

Avaliação de coberturas vacinais de crianças em uma cidade de médio porte (Brasil) utilizando registro informatizado de imunização

Assessment of vaccination coverage of children in a medium-sized Brazilian city using electronic immunization registry

Evaluación de las coberturas de vacunación en niños de una ciudad media (Brasil), utilizando el registro informatizado de inmunización

Vinicius Leati de Rossi Ferreira ¹

Eliseu Alves Waldman ¹

Laura Cunha Rodrigues ²

Edmar Martineli ³

Ângela Aparecida Costa ⁴

Marta Inenami ⁴

Ana Paula Sayuri Sato ¹

doi: 10.1590/0102-311X00184317

Resumo

Dados administrativos mostram altas coberturas vacinais no Brasil, porém não há avaliação da validade e oportunidade de aplicação das doses, nem se o esquema vacinal está completo. Este estudo avaliou as coberturas oportunas e atualizadas de crianças de 12 a 24 meses de idade. Estudo longitudinal de base populacional em Araraquara, São Paulo, uma cidade de médio porte predominantemente urbana, utilizando dados do Sistema Juarez, um registro informatizado de imunização (RII). As coberturas foram avaliadas para 49.741 crianças nascidas entre 1998 e 2013, período com cinco calendários de vacinação diferentes. As tendências foram estimadas pelo método de regressão linear Prais-Winsten. A cobertura atualizada do esquema completo variou entre 79,5% e 91,3%, aos 12 meses, e entre 75,8% e 86,9%, aos 24 meses. A cobertura oportuna (todas as doses aplicadas na idade recomendada, sem atraso) variou entre 53,3% e 74%, aos 12 meses, e entre 36,7% e 53,8%, aos 24 meses. Houve tendência crescente para a cobertura atualizada aos 24 meses. Os atrasos em relação à idade recomendada se acentuam em doses a partir dos seis meses e parecem estar mais relacionados à idade do que ao número de doses do esquema. A proporção de doses inválidas e atrasadas foi menor do que em outros estudos. Apesar do aumento do número de doses no calendário vacinal, foram alcançadas altas coberturas atualizadas e coberturas oportunas maiores do que as encontradas na literatura nacional e internacional, porém são necessários mais esforços para o aumento da oportunidade. O RII mostrou-se relevante para avaliação e monitoramento de coberturas vacinais, com análises mais acuradas.

Cobertura Vacinal; Criança; Programas de Imunização; Avaliação de Programas e Projetos de Saúde

Correspondência

V. L. R. Ferreira

Rua dos Três Irmãos 293, bloco 3, apto. 23, São Paulo, SP
05615-190, Brasil.

viniciusleati@gmail.com

¹ Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil.

² Faculty of Epidemiology and Population Health, London School of Hygiene and Tropical Medicine, London, U.K.

³ Centro de Tecnologia da Informação de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, Brasil.

⁴ Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, Araraquara, Brasil.



Introdução

A vacinação é uma das intervenções mais custo-efetivas e de maior impacto na ocorrência de doenças infecciosas ¹. O Programa Nacional de Imunizações (PNI) brasileiro, criado em 1973, oferece, atualmente, acesso universal e gratuito para 44 imunobiológicos, incluindo 19 vacinas no calendário de rotina, para todas as faixas etárias em aproximadamente 34 mil salas de vacinação, e promove, anualmente, campanhas de vacinação contra influenza ^{2,3}.

Nas últimas décadas, houve um grande aumento da complexidade do programa, com introdução de diversas vacinas no calendário de rotina em um curto período ⁴. Esse rápido desenvolvimento do programa traz novos desafios, como atingir e manter altas coberturas vacinais, mesmo em locais onde as doenças imunopreveníveis já estão controladas ⁵.

Além de altas coberturas vacinais, outro aspecto fundamental para maximizar a proteção de indivíduos e populações é a aplicação das vacinas na idade recomendada. As recomendações de idade ideal para aplicações de vacinas, além de idades mínima e máxima, assim como os intervalos entre as doses em caso de vacinas com esquema multidoso, são feitas com o objetivo de maximizar a proteção tanto do indivíduo quanto da população, além de minimizar potenciais riscos ao indivíduo ^{6,7}, e seu monitoramento é importante para estabelecer o risco de doença na população, particularmente para as doenças em que a idade está relacionada à gravidade ou a maiores complicações ⁸. Para o cumprimento da oportunidade de vacinação, deve-se aplicar a dose entre a idade mínima e a idade ideal recomendada (em meses), ou seja, quando aplicada a partir de um mês após a recomendação, a dose é considerada atrasada ⁷.

Recentemente, estudos têm utilizado o método de Kaplan-Meier adaptado para proporcionar uma visão longitudinal da cobertura vacinal oportuna (vacinação na idade recomendada), permitindo uma avaliação mais apropriada de programas de imunização e pontos críticos de coberturas ^{9,10}. No entanto, como essa análise demanda o dado individual de data de vacinação, por decorrência, as coberturas são avaliadas geralmente apenas pelo método administrativo (razão entre doses aplicadas sobre uma estimativa da população-alvo) ¹¹. Essa lacuna pode ser preenchida pelos inquéritos domiciliares, mas esses são avaliações pontuais e, geralmente, necessitam de mais recursos técnicos e financeiros ¹².

Registros informatizados de imunização (RII) são bastante úteis para o monitoramento, em tempo real, das coberturas vacinais, incluindo a identificação e a busca de faltosos e a verificação da vacinação na idade recomendada ¹². Esse instrumento já é comum no Reino Unido e Estados Unidos desde a década de 1970, por exemplo. No Brasil, há iniciativas municipais promissoras desde a década de 1980, mas seu uso em pesquisa ainda é incipiente. Desde 2015, está sendo implantado um sistema de abrangência nacional, de forma que a avaliação dessas iniciativas é necessária e bastante oportuna.

O objetivo do estudo é avaliar as coberturas vacinais oportunas e atualizadas de crianças aos 12 e 24 meses de idade, nascidas entre 1998 e 2013, por meio do RII mais antigo do Brasil.

Metodologia

Estudo descritivo abrangendo análise de séries temporais de coberturas vacinais oportunas e atualizadas e de tempo até o evento com 16 coortes de nascimento (1998 a 2013) do Município de Araraquara, São Paulo, Brasil.

O município está localizado na região central do Estado de São Paulo, com área total de 1.005,97km², apresenta Índice de Desenvolvimento Humano de 0,815 e Índice de GINI de 0,5039. Com cerca de 210 mil habitantes, sendo 97,2% de sua população urbana, e, aproximadamente, 3 mil nascidos vivos por ano, em 2011, apresentou taxa de natalidade de 12,24 por mil habitantes, taxa de mortalidade infantil de 11,64 por mil nascidos vivos, 87,3% das mães tiveram sete ou mais consultas de pré-natal, 78,9% de partos cesáreos, 9,4% de nascimentos de baixo peso e 9,3% de gestações pré-termo (Departamento de Informática do SUS. Banco de dados do Sistema Único de Saúde. <http://www.datasus.gov.br>, acessado em 05/Ago/2015).

Araraquara conta com 11 unidades primárias de saúde tradicionais, 16 unidades com Estratégia Saúde da Família (cobertura de cerca de 40% da população), três hospitais gerais, dois prontos-socorros, um hospital psiquiátrico e um ambulatório de especialidades. O município tem um programa de

vacinação bem-sucedido e conta com altas coberturas vacinais de forma que as doenças imunopreveníveis estão controladas desde a década de 1990.

Os dados utilizados são do Sistema Juarez, um sistema informatizado de informação de saúde do Município de Araraquara. Nele, há o componente de registro nominal de vacinação, um RII que, entre outras funcionalidades, armazena os dados detalhados do usuário e seu histórico de vacinação (vacina, data, lote, validade, unidade de saúde onde foi aplicada cada dose), contando com cerca de 67 mil registros de crianças nascidas a partir de 1986. Desde 2011, o sistema é *on-line*, permitindo o acesso e a entrada de dados em qualquer unidade de saúde do município em tempo real. O cruzamento de dados de nascidos vivos a partir de 2006 mostrou uma cobertura de 99,6% do Sistema Juarez.

Foram coletados os dados de todas as crianças nascidas entre 1998 e 2013 e cadastradas no Sistema Juarez até os 24 meses de idade ($n = 53.511$). Os critérios de exclusão foram: crianças com óbito antes de completar 12 meses de idade ou sem data de óbito, sendo essa informação constante no Sistema de Informações sobre Mortalidade (SIM) e/ou Sistema Juarez ($n = 524$; 0,98%); mudança para outro município sem registro da data de migração ($n = 2.752$; 5,14%); duplicatas ($n = 241$; 0,45%); inconsistências de registro, como datas de aplicação de vacinas anteriores à data de nascimento e crianças cadastradas em datas anteriores ao nascimento ($n = 187$; 0,35%); crianças nascidas em outros países ($n = 37$; 0,07%); crianças residentes de outros municípios ($n = 28$; 0,05%); crianças que realizaram transplantes de órgãos ($n = 1$). A análise final foi composta por 49.741 crianças (92,95% do total).

As variáveis dependentes do estudo foram as coberturas oportunas e atualizadas do esquema vacinal completo e as porcentagens de crianças com, pelo menos, uma dose inválida, uma atrasada, uma em atraso e sem doses. As variáveis independentes foram idade da criança (12 e 24 meses) e coorte de nascimento (1998-2013).

Para o cálculo das coberturas, foram consideradas a validade e a oportunidade de cada dose, a fim de classificá-la como válida ou inválida (a dose é inválida quando aplicada antes da idade mínima ou máxima e/ou com intervalo entre as doses menor que o mínimo) e oportuna ou atrasada, respectivamente, considerando-se os critérios de idade e o intervalo entre doses apresentados na Tabela 1. De forma geral, considera-se atraso após um mês da idade recomendada para a dose. Para algumas vacinas do calendário brasileiro, aceitam-se intervalos de até três meses. Para a oportunidade de vacinação de esquemas multidoses e esquema completo, todas as doses devem ser aplicadas de forma válida e oportuna ^{6,7}.

Foram estimadas as tendências das coberturas vacinais seguindo-se indicações metodológicas apresentadas por Antunes & Cardoso ¹³, utilizando-se o procedimento de Prais-Winsten para regressão linear generalizada, a fim de permitir a correção da autocorrelação de primeira ordem da série temporal, com nível de 5% de significância. A porcentagem de mudança anual foi calculada, sendo que, quando positiva, a série temporal é crescente, quando negativa, decrescente, e é estacionária se não houver diferença significativa entre seu valor e zero ¹³.

As coberturas foram apresentadas por uma adaptação gráfica do método Kaplan-Meier, como já utilizado por Babirye et al. ¹⁰. A fim de não prejudicar a visualização das 16 diferentes curvas, houve divisão em quatro períodos, buscando separar os gráficos em períodos com calendários semelhantes.

Todas as crianças fazem parte do denominador durante toda a análise, porém seguem, no ponto seguinte, apenas as crianças com todas as doses oportunas até o momento analisado. Assim, cada ponto do gráfico do eixo x é o evento seguinte definido, ou seja, a(s) vacina(s) seguinte(s), e do eixo y, a proporção cumulativa de crianças com esquema oportuno até a(s) vacina(s) preconizada(s) em análise. Portanto, os eventos são apresentados na forma ordinal (próximo momento com vacinação recomendada), sem que seus intervalos caracterizassem intervalos de tempo equidistantes. Os gráficos foram elaborados por meio do programa IBM SPSS, versão 18 (IBM Corp., Armonk, Estados Unidos).

O projeto principal foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo, sob nº CAAE: 29516814.1.0000.5421, e segue as recomendações da Resolução nº 466 de 2012 (Conselho Nacional de Saúde).

Tabela 1

Critérios de avaliação: idade mínima e recomendada, intervalos entre doses e idade de atraso, para crianças até 24 meses de idade, segundo calendário vigente. Araraquara, São Paulo, Brasil, 1998 a 2013.

Período	Vacina	Dose	Idade recomendada	Idade mínima	Intervalo até a próxima dose	Intervalo mínimo até a próxima dose	Atraso (a partir do)
1998 a 2013	BCG	1	Ao nascer	Ao nascer	-	-	2ª mês
1998 a 2013	VOP/VIP	1	2 meses	6 semanas	2 meses	4 semanas	3ª mês
		2	4 meses	10 semanas	2 meses	4 semanas	5ª mês
		3	6 meses	14 semanas	9 meses	6 meses	7ª mês
		4	15 meses	12 meses *	-	-	16ª mês
1998 a 2013	DTP	1	2 meses	6 semanas	2 meses	4 semanas	3ª mês
		2	4 meses	10 semanas	2 meses	4 semanas	5ª mês
		3	6 meses	14 semanas	9 meses	6 meses	7ª mês
		4	15 meses	12 meses	-	-	16ª mês
2000 a 2013	Hib	1	2 meses	6 semanas	2 meses	4 semanas	3ª mês
		2	4 meses	10 semanas	2 meses	4 semanas	5ª mês
		3	6 meses	14 semanas	-	-	7ª mês
1999 a 2013	Hepatite B	1	Ao nascer	Ao nascer	2 meses	4 semanas	2ª mês
		2	2 meses	4 semanas	4 meses	8 semanas	3ª mês
		3 **	6 meses	24 semanas	-	-	7ª mês
2007 a 2013	VORH ***	1	2 meses	6 semanas	2 meses	4 semanas	3ª mês
		2	4 meses	10 semanas	-	-	5ª mês
1998 a 2002	SCR #	1	12 meses	12 meses	-	-	16ª mês #
2002 a 2013		1	12 meses	12 meses	-	-	13ª mês #
2013		2	12 meses	12 meses	-	-	13ª mês #
2011 a 2013	Pneumocócica 10-valente	1	3 meses	6 semanas	2 meses	4 semanas	4ª mês
		2	5 meses	10 semanas	2 meses	4 semanas	6ª mês
		3	7 meses	14 semanas	8 meses	8 semanas	8ª mês
		4 ##	15 meses	12 meses	-	-	16ª mês ##
2011 a 2013	Meningocócica C	1	3 meses	6 semanas	2 meses	4 semanas	4ª mês
		2	5 meses	10 semanas	7 meses	8 semanas	6ª mês
		3 ##	12 meses	12 meses	-	-	16ª mês ##

BCG: Bacillus Calmette-Guérin; DTP: difteria, tétano e coqueluche; Hib: *Haemophilus influenzae* tipo b; SCR: tríplice viral (sarampo, caxumba e rubéola); VOP/VIP: poliomielite; VORH: vacina oral rotavírus humano.

* Não há recomendação de idade mínima, o único critério é que o reforço seja aplicado seis meses após a terceira dose. Neste trabalho, foi considerada como idade mínima 12 meses de idade;

** A terceira dose de hepatite B deve ser administrada, pelo menos, oito semanas após a segunda dose, 16 semanas após a primeira dose e não deve ser administrada antes de 24 semanas de idade;

*** Rotavírus: crianças não devem receber a vacina após os oito meses de idade;

Em Araraquara, no período entre 1998 e 2002, a tríplice viral era aplicada aos 12 meses, enquanto o calendário nacional recomendava a vacina aos 15 meses. A partir de 2003, a dose passou a ser recomendada aos 12 meses nacionalmente. Como a vacina é aplicada somente no segundo ano de vida, decidiu-se que crianças nascidas até junho de 2002 tenham atraso considerado somente a partir do 16ª mês, criando, assim, um "período de adequação ao novo calendário" por parte do serviço e dos pais. Crianças nascidas a partir de julho de 2002 são consideradas em atraso a partir do 13ª mês, pois se considera que, a partir de julho de 2003, a nova recomendação de idade para aplicação já estava bem implementada;

Devido à diferença nas recomendações de reforço das duas vacinas em relação ao calendário nacional, manteve-se, para a data de atraso o critério menos restritivo, pois há casos de migração em todas as coortes.

Resultados

Das 49.741 crianças incluídas no estudo e pertencentes às coortes de nascimentos 1998 a 2013, foram observadas coberturas oportunas do período de 62,1% aos 12 meses e 43,6% aos 24 meses, ambas com tendência estacionária, e coberturas atualizadas de 84,5% aos 12 meses e 78,3% aos 24 meses, com tendência estacionária e crescente, respectivamente (Tabela 2).

Houve pequenas quedas nas coberturas em anos com introdução de novas vacinas, porém com rápida recuperação nos anos seguintes, exceto pelo período entre 2007 e 2011, em que se observou estabilidade da cobertura da vacina VORH (vacina oral rotavírus humano), devido ao limite de idade máxima de aplicação da segunda dose do esquema: 5 meses e 15 dias até 2011 e 8 meses a partir de 2012. Em média, um terço das crianças com esquema oportuno aos 12 meses atrasou, pelo menos, uma dose ou não completou o esquema até os 24 meses (Tabela 2).

Na Figura 1, são apresentados os gráficos Kaplan-Meier para a cobertura oportuna do esquema completo a cada momento com vacinas preconizadas no calendário. Os momentos são representados nos pontos do eixo x. Os anos com mudanças no calendário são: 1999, com a introdução da vacina da hepatite B; 2000, com a introdução da vacina Hib; 2007, com a introdução da vacina VORH; 2011, com a introdução das vacinas meningocócica C e pneumocócica 10-valente; e 2013, com a introdução de uma dose da vacina tetraviral – sarampo, caxumba, rubéola e varicela (SCR-V).

A queda em um ponto impacta toda a sequência de vacinação oportuna negativamente, sendo as quedas mais frequentes em momentos com introdução de novas vacinas. A vacinação aos seis meses de idade, quando as crianças completam os esquemas de diversas vacinas, mostrou a maior redução da oportunidade entre os momentos de vacinação no primeiro ano. Durante os períodos de manutenção do mesmo calendário, houve aumento das coberturas, exceto pelo período em 2009 e 2010, devido a quedas atípicas de tetravalente e hepatite B.

A Tabela 3 mostra as porcentagens de crianças com, pelo menos, uma dose inválida aplicada (independente de reaplicação), uma dose aplicada atrasada (aplicação realizada a partir de um mês após a idade recomendada) e sem qualquer dose registrada até os 24 meses de idade.

A porcentagem de crianças com, pelo menos, uma dose inválida não mostrou aumento relativo no período, mesmo com a introdução de diversas vacinas no calendário e maior complexidade de intervalos entre doses e idade mínima. A partir de 2007, a porcentagem de crianças que recebeu, pelo menos, uma dose atrasada aumenta com a introdução da VORH e, principalmente, a partir de 2011, com a introdução da meningocócica C e pneumocócica 10-valente, essas introduzidas em idades antes sem vacinas preconizadas (em Araraquara, inicialmente, aos 3 e 5 meses, para as duas primeiras doses, e 7 meses, para a terceira dose de pneumocócica 10-valente).

A porcentagem de crianças sem qualquer dose registrada apresentou queda expressiva no período estudado, principalmente devido à melhora da qualidade do registro e do programa de imunização.

Discussão

Araraquara é um município de tamanho médio, predominantemente urbano, com bons indicadores sociodemográficos e com um programa de imunização maduro, apresentando controle de doenças imunopreveníveis há mais de duas décadas. Entre os principais achados do presente estudo, destacam-se as altas coberturas vacinais atingidas mesmo com as diversas mudanças no calendário de rotina. Houve diminuição inicial das coberturas com a introdução de novas vacinas, no entanto, verificou-se elevação dessas em períodos de manutenção de um mesmo calendário vacinal. Ademais, as coberturas atualizadas foram muito influenciadas pelos limites de idade máxima para aplicação da vacina VORH, e as vacinas aplicadas após os seis meses de idade foram as que apresentaram menor oportunidade.

Parte do aumento observado nas coberturas ao longo dos anos pode ser atribuída ao RII, pois, durante o período estudado, o registro passou por constante melhoria e conta com ferramentas como avisos sobre validade das doses, diminuindo a aplicação de doses inválidas, relatório de faltosos/atrasados (*recall*), que permite a busca ativa para atualização de esquemas vacinais, e relatório de crianças com vacinas agendadas (*remind*), aumentando a adesão e a oportunidade da vacinação.

Tabela 2

Coberturas oportunas e atualizadas aos 12 e 24 meses de idade, segundo coorte de nascimento. Araraquara, São Paulo, Brasil, 1998-2013.

Coorte	12 meses			24 meses		
	n	Oportuna (%)	Atualizada (%)	n	Oportuna (%)	Atualizada (%)
1998	3.716	60,87	84,39	3.716	45,43	76,45
1999	3.546	55,78	81,75	3.546	38,30	68,98
2000	3.503	53,33	79,50	3.503	41,76	75,76
2001	3.108	56,18	80,98	3.107	44,24	77,95
2002	3.026	61,67	84,04	3.025	42,73	79,17
2003	2.990	64,31	84,35	2.988	44,88	79,18
2004	3.051	67,35	86,43	3.047	49,79	81,29
2005	3.078	71,44	87,75	3.078	51,14	82,65
2006	3.043	74,04	89,35	3.040	53,83	84,21
2007	2.969	69,15	81,81	2.967	44,66	76,64
2008	2.995	67,81	83,17	2.993	44,61	78,48
2009	3.004	61,32	84,79	3.001	36,78	79,74
2010	2.945	56,84	84,75	2.944	39,86	80,64
2011	2.879	55,02	83,36	2.878	36,75	76,62
2012	3.010	56,68	86,21	3.010	38,27	79,37
2013	2.878	64,49	91,28	2.878	45,48	86,87
Total	49.741	62,10	84,47	49.721	43,64	78,32

Análise de tendência				
Tendência	Estacionária	Estacionária	Estacionária	Crescente
APC	0,15%	0,18%	-0,16%	0,26%
IC95%	-0,70%; 1,04%	-0,03%; 0,39%	-1,03%; 0,71%	0,10%; 0,50%

APC: porcentagem de mudança anual; IC95%: intervalo de 95% de confiança.

Poucos estudos analisaram coberturas de esquema vacinal completo e oportuno utilizando RII, especialmente no Brasil. Neste estudo, foram alcançadas altas coberturas, com resultados semelhantes aos encontrados em Curitiba (Paraná) ¹⁴, um grande centro urbano com programa de imunização e RII maduros, porém, em geral, melhores que na maioria das capitais brasileiras ¹⁵, as quais, apesar de também serem grandes centros urbanos, não possuíam RII maduros à época do estudo. Também se observaram coberturas mais altas ou semelhantes às apresentadas em países desenvolvidos, como Estados Unidos e Austrália, porém com menor porcentagem de doses inválidas ^{6,7,16,17}.

Mesmo dobrando o número de doses do calendário no período, não foi observado aumento da porcentagem de crianças com alguma dose inválida. Desde 2011, o RII analisado sinaliza a validade da dose em relação à idade antes da aplicação, o que pode ser um fator para essa estabilidade.

Estudos de revisão já mostraram que a introdução de novas vacinas não afeta negativamente as coberturas daquelas presentes anteriormente no calendário ^{18,19}. Porém, como as coberturas iniciais de novas vacinas geralmente são mais baixas que as de vacinas mais antigas, pode-se observar queda na cobertura do esquema completo. Esse padrão foi observado neste estudo, mas houve rápida elevação das coberturas nos anos seguintes às introduções.

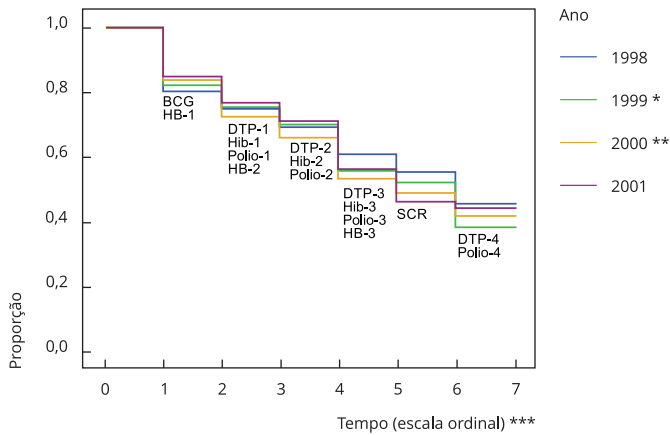
Analisar a cobertura vacinal do esquema completo é fundamental, pois altas coberturas de vacinas específicas não garantem altas coberturas do esquema completo. No período, a menor cobertura oportuna de uma vacina específica foi, em média, 7,8 pontos percentuais maior que a cobertura do esquema completo aos 12 meses e 10,7 pontos percentuais maior aos 24 meses. Para a cobertura atualizada, os números caem para 4,4 e 7,9 pontos percentuais aos 12 e 24 meses, respectivamente.

Foi observado que a cobertura de esquemas multidoses esteve mais relacionada com a idade do que com o número de doses do esquema. Alguns estudos também encontraram que menores

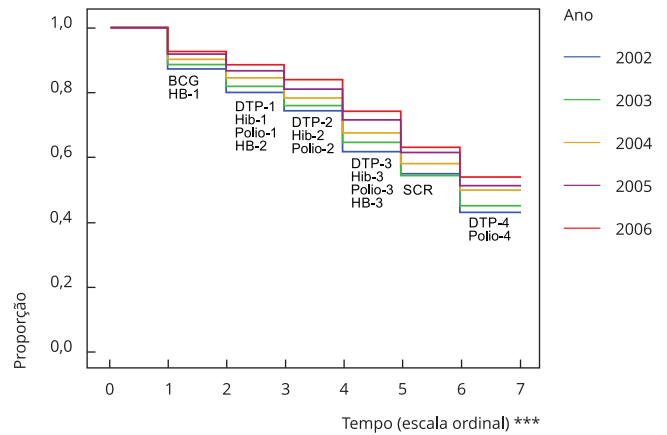
Figura 1

Proporção de vacinação oportuna em cada momento de vacinação.

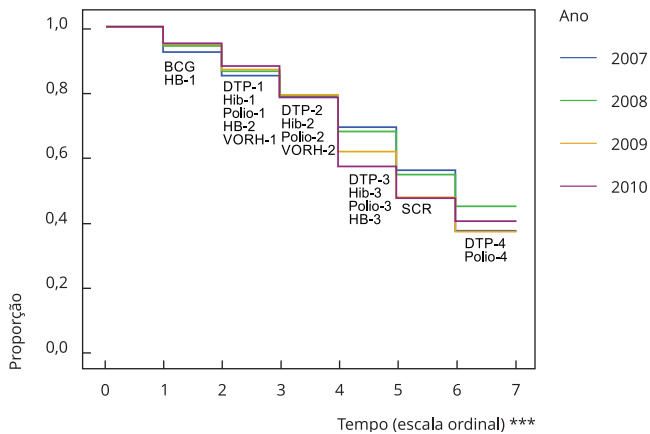
1a) 1998-2001



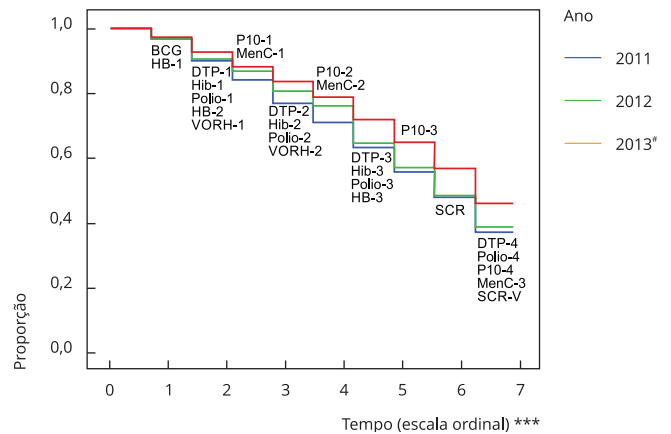
1b) 2002-2006



1c) 2007-2010



1d) 2011-2013



BCG: Bacillus Calmette-Guérin; DTP: difteria, tétano e coqueluche; HB: hepatite B; Hib: *Haemophilus influenzae* tipo b; MenC: meningocócica C; P10: pneumocócica 10-valente; Polio: poliomielite; SCR: tríplice viral (sarampo, caxumba, rubéola); SCR-V: quádrupla viral (sarampo, caxumba, rubéola, varicela); VORH: vacina oral rotavírus humano.

Nota: a figura ilustra a cobertura de crianças que receberam todas as doses de vacinas nas idades recomendadas. As quedas nas linhas representam a proporção de crianças que atrasaram, pelo menos, uma das doses no momento analisado.

* Hepatite B: introduzida em 1999;

** Hib: introduzida em 2000;

*** Os pontos no tempo não são regulares devido às mudanças de calendário, por isso, a escala ordinal, a fim de definir apenas a ordem dos momentos com vacinas recomendadas;

SCR-V introduzida em 2013.

Tabela 3

Porcentagem de crianças que até os 24 meses receberam, pelo menos, uma dose inválida, que receberam, pelo menos, uma dose atrasada e sem doses registradas. Araraquara, São Paulo, Brasil, 1998 a 2013.

Coorte	≥ 1 dose inválida (%)	≥ 1 dose atrasada (%)	Sem doses (%)
1998	4,63	36,25	6,81
1999	5,05	44,25	6,35
2000	5,14	45,93	6,94
2001	5,02	44,63	6,11
2002	4,03	45,37	6,68
2003	5,18	42,37	5,82
2004	4,85	38,51	5,18
2005	6,08	36,91	5,26
2006	4,83	35,72	4,37
2007	5,19	42,61	5,12
2008	6,01	45,88	2,97
2009	6,32	54,49	2,26
2010	8,22	51,41	2,24
2011	6,50	54,57	0,90
2012	4,22	52,76	0,76
2013	4,86	48,19	0,00
Total	5,36	44,80	4,35

coberturas estavam relacionadas com doses aplicadas mais tardiamente ^{10,20}. O padrão de maior queda da oportunidade a partir dos seis meses de idade pode estar relacionado com a redução de visitas ao serviço de saúde e à volta dos responsáveis ao mercado de trabalho (a licença maternidade no Brasil tem duração de 4 a 6 meses), porém, esses e outros possíveis fatores só podem ser confirmados a partir de estudos adicionais. Essa observação é importante porque quatro esquemas básicos são completados aos seis meses (DTP, Hib, hepatite B e poliomielite).

O limite máximo de idade para aplicação da vacina VORH restringiu o aumento das coberturas do esquema completo, como já observado em outros trabalhos ^{16,21,22}. Em contrapartida, a introdução da vacina pode contribuir para o aumento da oportunidade de vacinas aplicadas na mesma idade ^{16,22,23,24}, porém esse resultado não foi encontrado no Brasil ²¹ nem neste estudo, pois a oportunidade da vacina VORH foi menor do que de outras vacinas aplicadas na mesma idade, as quais já apresentavam maiores coberturas anteriormente.

Este estudo apresenta limitações em relação ao uso de dados secundários e características do RII. É importante que a universalidade da cobertura do RII seja constantemente analisada. Atualmente, a equipe do Serviço Especial de Saúde de Araraquara (SESA) recebe as informações sobre nascimento do cartório de registro civil, sendo essa uma das razões da ótima cobertura do RII. Entretanto, mesmo com alta sensibilidade para captação de residentes, pode haver sub-registro de doses e erros no preenchimento ²⁵.

Desatualização da situação de residência também limita a análise e afeta a qualidade dos dados de cobertura sub ou superestimando a população ²⁶, além da possibilidade de baixa participação do sistema privado, pois crianças que utilizam o sistema privado apresentaram menores coberturas no Brasil ²⁷. Neste estudo, foi observado que as crianças com doses registradas em clínicas particulares também apresentaram doses aplicadas no sistema público, sugerindo ser rara a utilização do sistema privado de forma exclusiva. São necessários estudos adicionais para mensurar o impacto dessas limitações.

É importante considerar que esse sistema não foi idealizado para a realização de pesquisas, tendo seus dados extraídos para tal fim pela primeira vez. No entanto, mostrou-se uma forma viável para avaliação das coberturas. Os resultados aqui encontrados servem como base para futuras melhorias

do sistema, com recomendação para a realização de um estudo de validação dos dados do Sistema Jua-rez, com coleta primária de dados e análise de fatores associados à oportunidade e ao atraso das doses.

As vantagens do uso de RII para a análise de coberturas vacinais são diversas, pois o RII permite cálculos mais acurados das coberturas vacinais do município quando a cobertura do registro é adequada. Além disso, a rapidez e o baixo custo são diferenciais, além da possibilidade de análise da validade das doses e oportunidade de vacinação. O sistema remind/recall auxilia na diminuição do abandono de esquemas multidoses e no aumento da oportunidade e da adesão ao calendário ²⁸, fatores importantes para a imunização adequada. Todas essas características fazem do RII uma ferramenta importante não só para o serviço de saúde, mas também para projetos de pesquisa.

Conclusão

Conclui-se que as coberturas vacinais do esquema completo foram altas e se mantêm estacionárias mesmo com o aumento da complexidade do calendário de rotina. Os resultados encontrados ressaltam a importância da avaliação da validade das doses, da oportunidade de vacinação e do esquema completo como subsídio para o aprimoramento das estratégias de vacinação, assim como a necessidade da implementação de um sistema nacional de informação sobre imunização no Brasil de forma consistente, a fim de se obter coberturas cada vez mais acuradas em nível nacional, identificar vulnerabilidades e estabelecer ações para intervenções.

Colaboradores

V. L. R. Ferreira e A. P. S. Sato participaram da concepção, aquisição, análise e interpretação dos dados, elaboração, revisão crítica e aprovação final da versão a ser publicada. E. A. Waldman e L. C. Rodrigues participaram da interpretação dos dados, revisão crítica do artigo e aprovação da versão final. E. Martineli, A. A. Costa e M. Inenami participaram da aquisição e interpretação dos dados, revisão crítica e aprovação final da versão a ser publicada.

Agradecimentos

Agradecemos a toda a equipe do Serviço Especial de Saúde de Araraquara, à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, pelo financiamento do projeto (processo: 2014/05183-9), e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, pela bolsa de mestrado concedida a V.L.R.F. (processo: 163921/2014-8). Agradecemos também ao apoio do Centro de Informações Estratégicas em Vigilância à Saúde (SES-SP-CCD) e à Fundação Seade.

Referências

- World Health Organization; United Nations Children's Fund. Global immunization vision and strategy: 2006-2015. Geneva: World Health Organization; 2005.
- Fundação Nacional de Saúde. Manual de procedimentos para vacinação. 4ª Ed. Brasília: Fundação Nacional de Saúde; 2001.
- Homma A, Martins RM, Leal MLF, Freire MS, Couto AR. Atualização em vacinas, imunizações e inovação tecnológica. *Ciênc Saúde Coletiva* 2011; 16:445-58.
- Domingues CMAS, Teixeira AMS. Coberturas vacinais e doenças imunopreveníveis no Brasil no período 1982-2012: avanços e desafios do Programa Nacional de Imunizações. *Epidemiol Serv Saúde* 2013; 22:9-27.
- Chen RT, Rastogi SC, Mullen JR, Hayes SW, Cochi SL, Donlon JA, et al. The Vaccine Adverse Event Reporting System (VAERS). *Vaccine* 1994; 12:542-50.
- Luman ET, McCauley MM, Stokley S, Chu SY, Pickering LK. Timeliness of childhood immunizations. *Pediatrics* 2002; 110:935-9.
- Luman ET, Barker LE, Shaw KM, McCauley MM, Buehler JW, Pickering LK. Timeliness of childhood vaccinations in the United States: days undervaccinated and number of vaccines delayed. *JAMA* 2005; 293:1204-11.
- Dayan GH, Shaw KM, Baughman AL, Orellana LC, Forlenza R, Ellis A, et al. Assessment of delay in age-appropriate vaccination using survival analysis. *Am J Epidemiol* 2006; 163:561-70.
- Akmatov MK, Kretzschmar M, Kramer A, Mikolajczyk RT. Timeliness of vaccination and its effects on fraction of vaccinated population. *Vaccine* 2008; 26:3805-11.
- Babirye JN, Engebretsen IMS, Makumbi F, Fadnes LT, Wamani H, Tylleskar T, et al. Timeliness of childhood vaccinations in Kampala, Uganda: a community-based cross-sectional study. *PLoS One* 2012; 7:e35432.
- World Health Organization. Immunization, vaccines and biologicals. Data, statistics and graphics. http://www.who.int/immunization/monitoring_surveillance/data/en/ (acessado em 05/Ago/2015).
- Cutts FT, Claquin P, Danovaro-Holliday MC, Rhoda DA. Monitoring vaccination coverage: defining the role of surveys. *Vaccine* 2016; 34:4103-9.
- Antunes JLF, Cardoso MRA. Uso da análise de séries temporais em estudos epidemiológicos. *Epidemiol Serv Saúde* 2015; 24:565-76.
- Luhm KR, Cardoso MRA, Waldman EA. Cobertura vacinal em menores de dois anos a partir de registro informatizado de imunização em Curitiba, PR. *Rev Saúde Pública* 2011; 45:90-8.
- Centro de Estudos Augusto Leopoldo Ayrosa Galvão. Inquérito de cobertura vacinal nas áreas urbanas das capitais (cobertura vacinal 2007). http://bvsmis.saude.gov.br/bvs/publicacoes/inquerito_cobertura_vacinal_urbanas.pdf (acessado em 05/Ago/2015).
- Hull BP, Dey A, Beard FH, Menzies RI, Brotherton JM, McIntyre PB. Immunisation coverage annual report, 2013. *Commun Dis Intell* 2016; 40:E146-69.
- Kuroska SK, Davis KL, Krishnarajah G. Completion and compliance of childhood vaccinations in the United States. *Vaccine* 2016; 34:387-94.
- Hyde TB, Dentz H, Wang SA, Burchett HE, Mounier-Jack S, Mantel CF, et al. The impact of new vaccine introduction on immunization and health systems: a review of the published literature. *Vaccine* 2012; 30:6347-58.
- Shearer JC, Walker DG, Risko N, Levine OS. The impact of new vaccine introduction on the coverage of existing vaccines: a cross-national, multivariable analysis. *Vaccine* 2012; 30:7582-7.
- Fadnes LT, Jackson D, Engebretsen IMS, Zembe W, Sanders D, Sommerfelt H, et al. Vaccination coverage and timeliness in three South African areas: a prospective study. *BMC Public Health* 2011; 27:404-14.
- Flannery B, Samad S, de Moraes JC, Tate JE, Danovaro-Holliday MC, de Oliveira LH, et al. Uptake of oral rotavirus vaccine and timeliness of routine immunization in Brazil's National Immunization Program. *Vaccine* 2013; 31:1523-8.
- Suarez-Castaneda E, Burnett E, Elas M, Baltrois R, Pezzoli L, Flannery B, et al. Catching-up with pentavalent vaccine: exploring reasons behind lower rotavirus vaccine coverage in El Salvador. *Vaccine* 2015; 33:6865-70.
- Wendy B. Vaccination with 3-dose paediatric rotavirus vaccine (RotaTeq®): impact on the timeliness of uptake of the primary course of DTPa vaccine. *Vaccine* 2012; 30:5293-7.
- Kalies H, Grote V, Verstraeten T, Hessel L, Schmitt HJ, von Kries R. The use of combination vaccines has improved timeliness of vaccination in children. *Pediatr Infect Dis J* 2016; 25:507-12.
- Kolasa MS, Chilkatowsky AP, Clarke KR, Lutz JP. How complete are immunization registries? The Philadelphia story. *Ambul Pediatr* 2006; 6:21-4.
- Gowda C, Dong S, Potter RC, Dombkowski KJ, Stokley S, Dempsey AF. A systematic evaluation of different methods for calculating adolescent vaccination levels using immunization information system data. *Public Health Rep* 2013; 128:489-97.
- Barata RB, Ribeiro MC, de Moraes JC, Flannery B; Vaccine Coverage Survey 2007 Group. Socioeconomic inequalities and vaccination coverage: results of an immunisation coverage survey in 27 Brazilian capitals, 2007-2008. *J Epidemiol Community Health* 2012; 66:934-41.
- Luhm KR, Waldman EA. Sistemas informatizados de registro de imunização: uma revisão com enfoque na saúde infantil. *Epidemiol Serv Saúde* 2009; 18:65-78.

Abstract

Administrative data show high vaccination coverage rates in Brazil, but there is no assessment of the validity and timeliness of dose administration, or whether the vaccination schedule is complete. This study assessed timely and updated coverage rates in children 12 to 24 months of age. This was a longitudinal population-based study in Araraquara, São Paulo State, a predominantly urban medium-sized municipality, using the Juarez System, an electronic immunization registry (EIR). Coverage rates were assessed in 49,741 children born from 1998 to 2013, a period in which five different vaccination schedules were used. Trends were estimated with the Prais-Winsten linear regression method. Updated coverage of the complete schedule varied from 79.5% to 91.3% at 12 months and from 75.8% to 86.9%, at 24 months. Timely coverage (all doses applied at the recommended ages, with no delays) ranged from 53.3% to 74% at 12 months and from 36.7% to 53.8% at 24 months. There was an upward trend in updated coverage at 24 months. The delays in relation to recommended age increased starting at six months and appeared to relate more to age than to the number of doses in the schedule. The proportion of invalid and late doses was lower than in other studies. Despite the increase in the number of doses in the vaccination schedule, the study showed high updated coverage rates and higher timely coverage than reported in the national and international literature; however, more effort is needed to increase timeliness. EIR proved relevant for assessing and monitoring vaccination coverage with more accurate analyses.

Vaccination Coverage; Child; Immunization Programs; Program Evaluation

Resumen

Los datos administrativos muestran altas coberturas de vacunación en Brasil, sin embargo, no existe una evaluación de la validez y oportunidad de aplicación de las dosis, ni si la cartilla de vacunación ha sido completada. Este estudio evaluó las coberturas necesarias y actualizadas en niños de 12 a 24 meses de edad. Se trata de un estudio longitudinal con base poblacional en Araraquara, São Paulo, una ciudad media, predominantemente urbana, utilizando datos del Sistema Juarez, un registro informatizado de inmunización (RII). Las coberturas se evaluaron en 49.741 niños, nacidos entre 1998 y 2013, durante un período con cinco calendarios de vacunación diferentes. Las tendencias se estimaron mediante el método de regresión lineal Prais-Winsten. La cobertura actualizada del esquema completo varió entre 79,5% y 91,3%, a los 12 meses, y entre 75,8% y 86,9%, a los 24 meses. La cobertura necesaria (todas las dosis aplicadas a la edad recomendada, sin atrasos) varió entre 53,3% y 74%, a los 12 meses, y entre 36,7% y 53,8% a los 24 meses. Hubo una tendencia creciente en la cobertura actualizada a los 24 meses. Los atrasos, en relación con la edad recomendada, se acentúan en dosis a partir de los seis meses y parecen estar más relacionados con la edad que con el número de dosis del esquema. La proporción de dosis inválidas y atrasadas fue menor que en otros estudios. A pesar del aumento del número de dosis en el calendario de vacunas, se alcanzaron altas coberturas actualizadas y coberturas oportunas mayores que las encontradas en la literatura nacional e internacional, sin embargo, se necesitan más esfuerzos para el aumento de la oportunidad. El RII se mostró relevante en la evaluación y supervisión de coberturas de vacunación con análisis más exactos.

Cobertura de Vacunación; Niño; Programas de Inmunización; Evaluación de Programas y Proyectos de Salud

Recebido em 23/Out/2017

Versão final reapresentada em 18/Mar/2018

Aprovado em 23/Mar/2018